

ASTRONOMIA

A ROTAÇÃO DA TERRA E O MOVIMENTO DA LUA

por Manuel Peres Júnior

No meu tempo de estudante o estudo da aritmética iniciava-se por estas duas definições:

Grandezas é tudo quanto pode aumentar ou diminuir; *quantidade* é a grandeza que se pode medir.

Um ou outro professor mais dado a esclarecer os alunos dava, como exemplo de uma grandeza que não é quantidade, isto é, de uma coisa que pode ser maior ou menor mas que não se pode medir, uma dor, uma alegria, ou coisa análoga.

O incipiente letrado decorava cuidadosamente estas duas definições e era quanto lhe bastava até que, se continuasse os estudos, voltava, no curso superior, a ouvir falar em grandezas que não se podem medir e o exemplo fatal era a temperatura.

Aqui vou falar de outra: o tempo. Também não se pode medir e, quanto a esta característica, está até muito abaixo da temperatura.

Com efeito, se não é possível dizer se uma dada temperatura é dupla ou tripla de outra, pode-se dizer que duas temperaturas são iguais: as de duas moléculas de uma massa que se possa considerar em equilíbrio térmico ou as de dois líquidos nos quais o *mesmo* termómetro mergulhado num ou noutro apresenta a mesma dilatação. Com o tempo não sucede o mesmo. Se, em alguns casos, é possível afirmar que um intervalo de tempo é maior do que outro (casos em que o primeiro inclui o segundo), nunca é possível reconhecer a igualdade de dois intervalos de tempo. Há, portanto, que recorrer a convenções para construir a definição dessa igualdade.

É a Mecânica que nos fornece os meios.

O primeiro é a sua definição de movimento uniforme: movimento uniforme é aquêle em que o móvel percorre espaços iguais em *iguais* intervalos de tempo.

Infelizmente esta definição obriga-nos a ir à procura de movimentos uniformes e êsses, para se descobrirem, exigem-nos um prévio conhecimento da igualdade dos intervalos de tempo para os comparar com os espaços percorridos. Um ciclo vicioso de que só se pode sair decidindo que um dado movimento é uniforme.

É claro que nem todos os movimentos se prestam a isto; e, entre os que se prestam, escolhido um para base da definição, ficam excluídos os outros, isto é, de todos os movimentos que pode-

mos tomar como uniformes, um, o escolhido será o *definidor* da igualdade de intervalos de tempo e os outros serão ou não serão uniformes se se ajustarem ou não à definição.

O movimento que se usa para definir aquela igualdade é o movimento de rotação da Terra. E assim, medindo ângulos descritos nesse movimento, indirecta e virtualmente medimos intervalos de tempo, pois a correspondência «ângulo-intervalo» permite-nos afirmar que um dado intervalo de tempo é duplo ou triplo de outro, tal como se se tratasse de verdadeiras medições.

É porém, indispensável não esquecer que êste belo edifício está construído sobre a areia movevel duma definição arbitrária.

Há ainda uma pequena coisa a atender: o movimento é uma noção essencialmente relativa que não se pode descrever sem mencionar uma referência.

¿A que corpo ou a que sistema se há-de referir o movimento de rotação da Terra? Evidentemente a um astro ou a um sistema relacionado com os astros; o Sol, a Lua, um planeta ou o conjunto das estrêlas fixas. E assim temos o tempo solar, o lunar, o marciano, o troiano... , o sideral. Salvo em questões teóricas muito especiais, só o primeiro e o último se usam.

Nova dificuldade: estes dois tempos não acertam um com o outro, isto é, o movimento de rotação da Terra, considerado uniforme quando referido às estrêlas, é variado quando referido ao Sol. Mas ainda é possível harmonizá-los definindo o tempo solar, não pelo próprio Sol, mas por um astro imaginário a que se dá o nome de Sol médio. É desnecessário dar pormenores que são conhecidos dos leitores.

Nem só o movimento uniforme serve para definir a igualdade de dois intervalos de tempo; a Mecânica oferece-nos também outra classe de movimentos, os movimentos periódicos: movimento periódico é aquêle que se repete ou reproduz em iguais ⁽¹⁾ intervalos de tempo.

(1) Quando, uma vez definida a unidade de tempo, se observa um movimento que se repete em intervalos de tempo desiguais, diz-se que se trata de um movimento periódico de período variável; um tal movimento não é considerado *simplex* pela Mecânica, mas sim o resultado da sobreposição de vários movimentos.

São movimentos aproveitáveis as oscilações dos pêndulos, as vibrações dos corpos elásticos e as translacções dos planetas.

Nunca foi possível harmonizar todas estas diferentes e independentes fontes de igualdade de intervalos de tempo: embora com pequenas diferenças, nunca se encontraram oscilações ou vibrações isócronas quando as suas durações foram avaliadas por meio da rotação da Terra. Os astrónomos atribuíram estes desoladores resultados a imperfeições de toda a espécie: erros de observação provenientes de imperfeições do observador, dos instrumentos e do conhecimento do comportamento óptico da atmosfera. E todo o seu esforço incidiu na redução dessas imperfeições, melhorando os métodos de observação para reduzir os erros do observador e aperfeiçoando os instrumentos de observação para diminuir os erros provenientes destes, por um lado, construindo pêndulas e cronómetros em que as causas da falta de isocronismo das oscilações e vibrações foram reduzidas ao mínimo, por outro. Apareceram assim os micrómetros chamados impessoais, os «relais» electrónicos, os registos automáticos fotográficos, as pêndulas de pêndulo livre, os relógios de quartzo, etc. A desarmonia, embora atenuada, manteve-se. No que respeita ao movimento de rotação da Terra, mereceu especial cuidado a escolha do ponto de referência e chegou-se ao que se chama o «tempo sideral uniforme».

Enquanto a desarmonia se verifica entre a rotação da Terra e a marcha dos relógios, é sempre possível atribuí-la à imperfeição destes. Outro tanto não acontece com outra classe de movimentos periódicos que não resultam da habilidade manual do homem: os movimentos de translacção dos planetas.

Estes movimentos não têm a simplicidade teórica que a mecânica exige para garantir o seu isocronismo. Não há apenas um planeta gravitando em torno do Sol, nem cada planeta se pode rigorosamente considerar um ponto material, mas a mesma Mecânica ensina a descontar, para cada um, os efeitos dos outros e a influência do volume, isto é, da distribuição das massas no interior dos corpos que apenas se podem assimilar a pontos quando são formados por camadas esféricas homogêneas.

Para a observação, os intervalos de tempo traduzem-se por arcos de órbitas e assim a medição de tais arcos corresponde à medição de intervalos de tempo. Aquela medição é tanto mais precisa quanto menor for o período dum pla-

neta ou, o que é o mesmo, quanto menor for a órbita.

Com efeito, um dado intervalo de tempo é uma fracção do período tanto maior quanto menor este for e corresponde, portanto, a uma fracção da órbita tanto maior quanto menor esta for. Vistas do Sol, todas as órbitas dos planetas se projectam no céu como circunferências, isto é, têm todas o mesmo tamanho aparente; o mesmo acontece com os satélites vistos dos respectivos planetas. Vistas da Terra (que é o caso que nos interessa), as órbitas dos planetas, salvo as de Mercúrio e Vénus, não diferem muito do que parecem vistas do Sol e a Lua é o satélite da Terra⁽²⁾. É por isto que em um dia vemos a Lua percorrer no céu um arco de cerca de 13 graus ao passo que Neptuno parece imóvel (menos de 1 minuto); por outras palavras, num dado intervalo de tempo o deslocamento aparente da Lua no céu é cerca de mil vezes maior que o de Neptuno. A Lua é, pois, o astro mais apropriado a servir de base a uma útil definição de igualdade de intervalos de tempo a comparar com a definição baseada no movimento de rotação da Terra.

Pois bem. O tempo *medido* pelo movimento da Lua não concorda com o *medido* pelos outros meios. E no que respeita à sua comparação com o movimento de rotação da Terra não há o recurso de atribuir o desacôrdo, como no caso dos relógios, a imperfeições de instrumentos, pois nem a Terra nem a Lua foram feitas pelos homens. Dos homens são as leis da Mecânica e a Lua vagabundeia no céu com uma lastimável falta de respeito por elas. Tudo se tem feito para lhe justificar os erros e já se chegou a esta desoladora conclusão: não há influência de outros corpos, não há distribuição de densidades na Terra, não há mesmo modificação nos princípios da lei da gravitação que explique as irregularidades do movimento da Lua. Só há uma explicação possível que salve o edifício da Mecânica Celeste: o movimento de rotação da Terra não é uniforme. Isto é, temos de abandonar o movimento de rotação da Terra como meio de medir intervalos de tempo para estudar os movimentos dos astros e adoptar o movimento da Lua para esse fim, incluindo o estudo do movimento da Terra.

Isto requiere uma comparação cuidadosa dos dois movimentos que só pode basear-se numa longa e volumosa massa de observações. Há que

(2) Para o caso pode chamar-se-lhe satélite, embora difira muito dos satélites dos outros planetas. Na realidade a Lua é uma das componentes do planeta duplo Terra-Lua.

multiplicar, como há já bastantes anos aconselhou Newcomb, as determinações rigorosas das posições da Lua em tempos avaliados pelo movimento de rotação da Terra. As observações podem ser as de passagens meridianas, como as de qualquer outro astro, ou umas especiais para a Lua (e muito raramente para alguns planetas), muito simples e muito precisas, que são as das ocultações de astros, geralmente estrélas, por ela. Estas últimas, embora de grande precisão, não necessitam de dispendiosos ou complicados instrumentos;

bastam-lhes um óculo e um cronómetro de que actualmente é possível determinar a correcção com rigor e frequência; podem, pois, ser feitas por muitas pessoas e em muitos lugares. Há anos que uma campanha internacional promove estas observações; o Observatório da Tapada colabora nela. O que tem conseguido, em qualidade e quantidade, vai o leitor apreciar num próximo artigo escrito pelo astrónomo encarregado de coligir e reduzir as observações feitas em Lisboa e suas proximidades.

MOVIMENTO MATEMÁTICO

O «PRÉMIO NACIONAL DOUTOR FRANCISCO GOMES TEIXEIRA»

por António Monteiro

Já por duas vezes a Gazeta de Matemática chamou a atenção dos seus leitores para o *Prémio Nacional Doutor Francisco Gomes Teixeira* (1) que se destina a galardoar, mediante concurso, o melhor trabalho de matemáticas puras, elaborado em cada ano lectivo por um aluno dum dos estabelecimentos de ensino universitário em que são professadas. A criação deste prémio tem grande interesse para o movimento matemático português porque elle é susceptível de criar uma atmosfera de emulação entre escolas superiores, em que as matemáticas puras são professadas, encorajando os estudantes na realização de trabalhos de investigação e estimulando os professores das mesmas escolas a fomentarem a realização desses trabalhos.

A portaria do Ministério de Educação Nacional que criou este prémio, foi publicada no ano de 1939 e nela se fixava aos directores das três Faculdades o prazo de noventa dias para elaborarem (depois de ouvidos os respectivos conselhos) as normas técnicas e regulamentares a que haveriam de obedecer o trabalho e o concurso, que se projectava realizar pela primeira vez no ano lectivo 1939-1940. O regulamento do prémio foi publicado em 2 de Abril de 1940 e por isso elle foi pôsto a concurso pela primeira vez no ano lectivo de 1940-1941.

Até hoje o prémio não foi ainda attribuído. No primeiro ano, 1940-1941, appareceu um único concorrente (aluno da Faculdade de Engenharia do Pôrto) com um trabalho que não era de matemáticas puras. Não temos conhecimento de que tenha apparecido algum concorrente no ano lectivo passado.

Como se explica que existindo três Faculdades de Ciências no nosso país com um número considerável

de alunos frequentando a licenciatura em ciências matemáticas, não se tenha ainda criado uma atmosfera de interesse pelo Prémio Gomes Teixeira?

É certo que o ensino das Ciências Matemáticas se encontra no nosso país num estado de atraso considerável (ainda recentemente um professor universitário declarou aos seus alunos que esse atraso era de cerca dum século) (2); as correntes vitais do pensamento matemático moderno não são ainda ensinadas entre nós, não existe uma atmosfera de interesse efectivo pela investigação matemática entre os estudantes das escolas superiores; mas tôdas estas circunstâncias deviam precisamente galvanizar a vontade dos professores progressivos, que existem entre nós, para criarem entre os estudantes uma atmosfera de interesse pelo Prémio Gomes Teixeira. Na realidade a criação desse prémio foi acolhida praticamente com uma indiferença quasi geral. Que esforços se fizeram e que iniciativas se tomaram nas escolas superiores para levar os alunos a realizarem trabalhos de investigação?

Que temas de trabalho se propuzeram aos alunos para esse efeito?

Em face da situação em que se encontra a cultura matemática portuguesa há, pelo menos, duas atitudes possíveis: a primeira, a que poderíamos chamar uma *atitude realista ou progressiva*, consiste em olhar a situação face a face, sem subterfúgios, e procurar determinar o grau de decadência em que nos encontramos, as suas causas e remédios; a segunda, a que podemos chamar uma *atitude idealista ou regressiva*, é caracterizada por uma tendência para considerar como satisfatória a situação em que

(1) Vejam-se os n.ºs 1 e 10 da «Gazeta de Matemática»

(2) Ponho de lado, neste momento, a questão de saber se o atraso do nosso ensino deve ser avaliado em anos.